

*К. О. Ендальцев, О. А. Гусева, О. С. Пташкина-Гирина*

Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
г. Челябинск

[endaltsev1995@mail.ru](mailto:endaltsev1995@mail.ru), [gusevaoa2010@mail.ru](mailto:gusevaoa2010@mail.ru), [girina2002@mail.ru](mailto:girina2002@mail.ru)

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СВОБОДОПОТОЧНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТУРБИН В ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

*В работе проанализирован опыт использования гидравлических турбин в водопроводной сети, конструкция лабораторного стенда по исследования свободопоточных гидравлических турбин, а также результаты проведенных опытов на данной установке.*

Ключевые слова: энергоэффективность, лабораторный стенд, гидравлическая турбина, водопроводная система, трубопровод.

*K. O. Endaltsev, O. A. Guseva, O. S. Ptashkina-Girina*

*South-Ural State Agrarian University, Chelyabinsk*

## DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND FOR RESEARCH OF FREE-FLOW HYDRAULIC TURBINES IN WATER- SUPPLY SYSTEMS

*The paper analyzes the experience of using hydraulic turbines in the water-supply network, shows the design of a research stand for the study of free-flow hydraulic turbine, a also results of experiments on this installation.*

Key words: energy efficiency, laboratory stand, hydraulic turbine, water supply system, pipeline.

Себестоимость коммунальных услуг по водоснабжению населения и предприятий напрямую зависит от использования электроэнергии, затраченной на поддержание водопроводных систем.

В связи с этим существует необходимость экономии энергоресурсов в данных системах. Анализ систем водоснабжения и водоотведения определил основные причины их низкой эффективности (рис 1.) [1, 2].

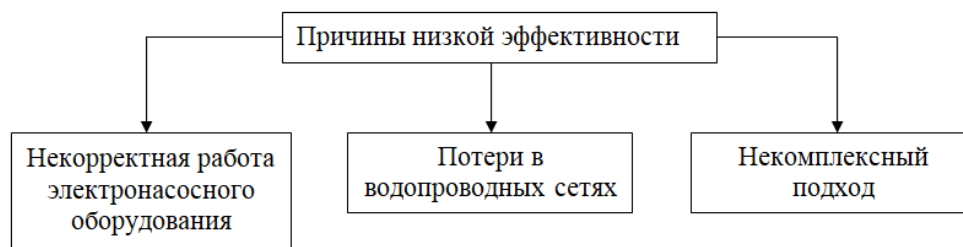


Рис. 1. Основные причины низкой эффективности водопроводной сети

Проблему некомплексного подхода можно решить при помощи использования свободопоточных гидравлических турбин, встраиваемых в водопроводную систему, которые, в свою очередь, будут преобразовывать кинетическую энергию воды в электроэнергию. Экономически целесообразно использовать также технические схемы ГЭС на самотечных водоводах систем водоснабжения и на сбросах очистных сооружений, где нет выхода из трубопровода [3].

На сегодняшний день уже существует опыт использования турбин типа Дарье. Американская компания *Lucid Energy* использует сферический ротор, компания из Гонконга – ортогональный ротор [4]. К сожалению, на отечественном рынке отсутствуют производители данного вида оборудования [5].

Исходя из сказанного, была поставлена задача создания лабораторного стенда для определения наиболее эффективной конструкции турбины, предназначенной для водопроводных систем России.

Была разработана трехмерная модель установки (рис. 2), состоящая из блока с турбиной 5 (рис. 3), запорной арматуры 6, насоса 7, бака 8. Для определения напорно-расходной характеристики используются манометры 3 и расходомер 4 [6].

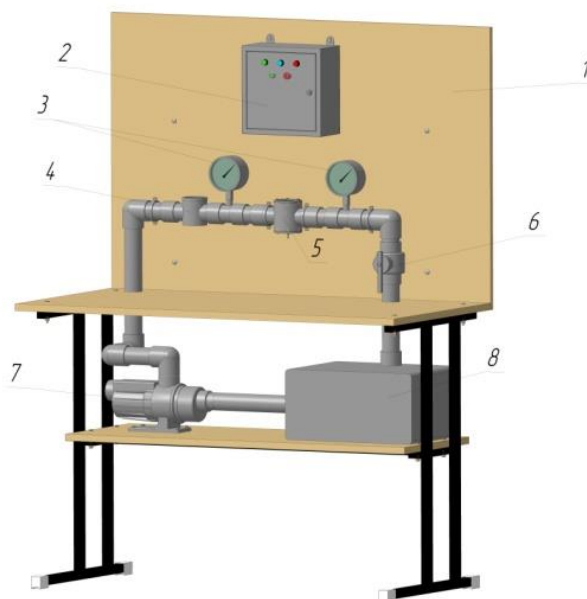
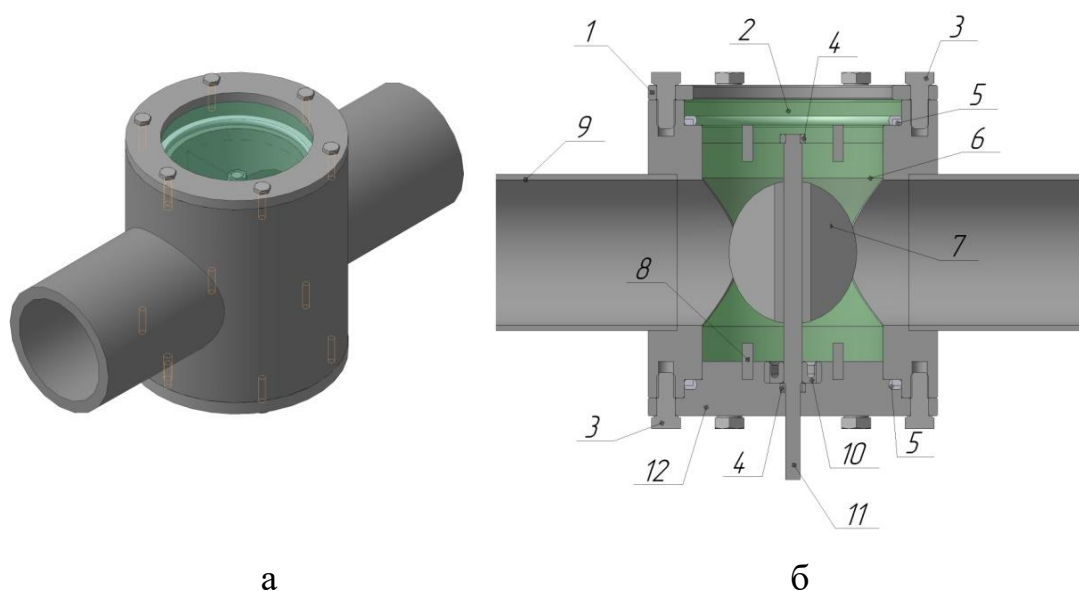


Рис. 2. 3D-модель установки



а

б

Рис. 3. Блок с турбиной:

а – 3D – модель; б – модель в разрезе:

1 – фланец; 2 – крышка из оргстекла;

3 – болты; 4 – подшипники; 5 – резиновые уплотнители; 6 – цилиндр из оргстекла; 7 – турбина; 8 – центровочные шпильки; 9 – труба; 10 – манжета;

11 – вал; 12 – нижняя крышка

Были произведены опыты на ряде конструкций разработанных турбин (рис. 4).

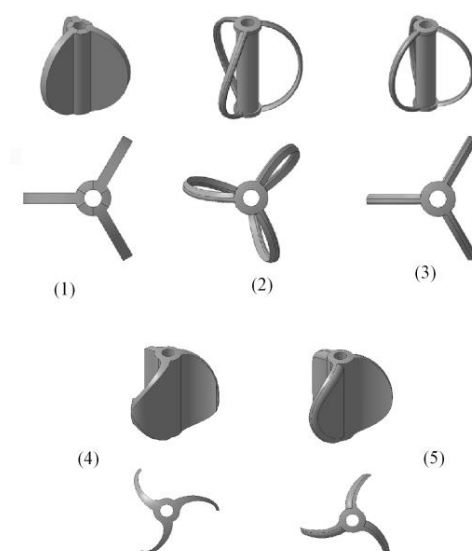


Рис. 4. Трехмерные модели исследуемых турбин

В результате испытаний было установлено, что 1-я, 2-я и 3-я турбины не смогли обеспечить вращательный момент, что связано с неверно выбранным углом поворота лопастей.

На основе результатов проведенных опытов с 4-й и 5-й турбинами, представленными в таблице, была построена зависимость оборотов рабочего колеса  $n$  от расхода  $Q$  (рис. 5).

Результаты испытаний

$Q$ , л/с	$n$ , об/мин
4 турбина	
0,44	0
0,54	0
0,88	41
1,07	70
1,19	170
1,24	403
5 турбина	
0,38	0
0,49	0
0,7	36
0,83	58
0,87	72
1,12	226

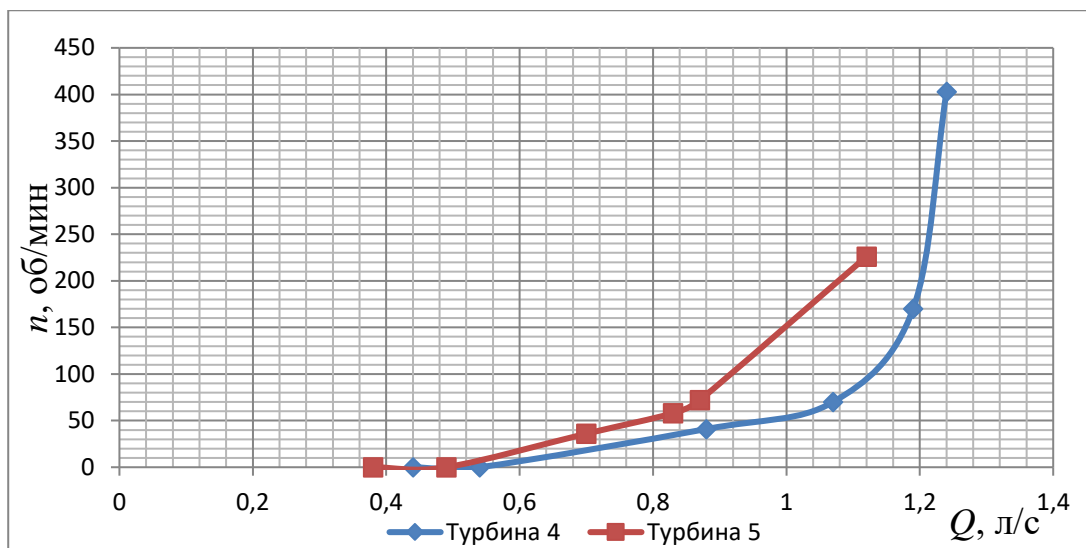


Рис. 5. Характеристики рабочих колес

Для дальнейшего определения эффективности турбин необходимо произвести выбор и расчет электрогенератора, который должен вырабатывать максимальное количество электроэнергии при минимальной массе.

#### Список использованных источников

1. Феофанов Ю. А., Адельшин А. Б., Нуруллин Ж. С. Пути экономии энергоресурсов в системах водоснабжения // Известия КГАСУ. 2012. № 2 (20). С. 153–159.
2. Великанов Н. Л., Корягин С. И. Энергоэффективность городских сетей водоснабжения и водоотведения // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 4 (30). С. 84–88.
3. Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А., Ендальцев К. О. Использование сбросной энергии воды для выработки электроэнергии // Энергетика и энергосбережение : теория и практика : материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово : Кузбасский ГТУ, 2017. С. 159.
4. Ендальцев К. О., Гусева О. А. Использование гидравлической энергии водопроводных систем // Приоритетные направления развития энергетики в АПК: сборник статей по материалам I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (28 сентября 2017г.). Курган : Изд-во Курганской ГСХА, 2017. С. 114–117.
5. Пташкина-Гирина О. С., Волкова О. С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение : учебное пособие. СПб. : Лань, 2017. С. 195–199.
6. Ендальцев К. О., Гусева О. А. Разработка лабораторного стенда по исследованию рабочих характеристик гидравлических турбин водопроводных систем // Возобновляемые источники энергии : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и XI молодежной школы, Москва, 3-6 декабря 2018 г. М. : МАКС Пресс, 2018. С. 408–412.